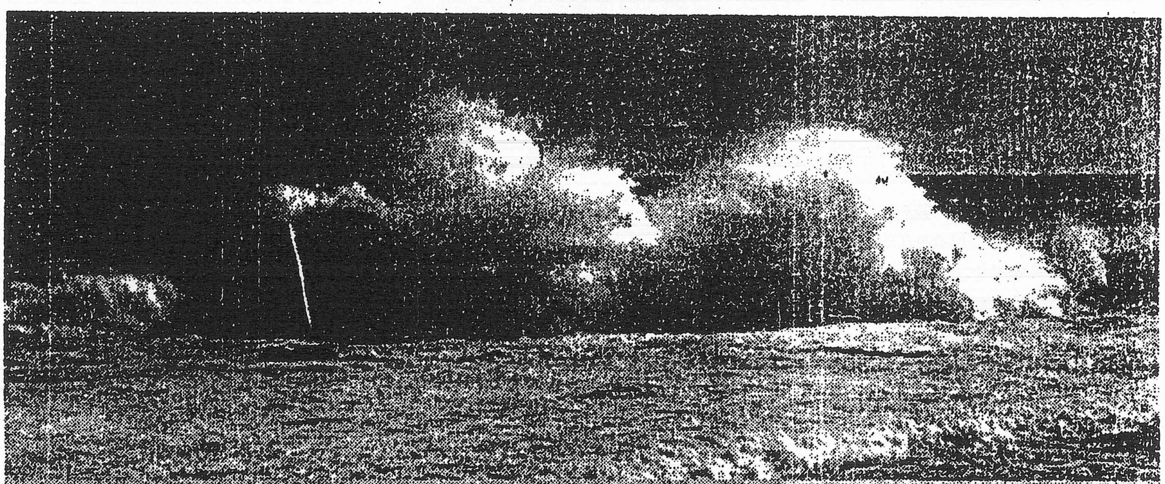
സമുദ്രത്തിന്റെ രസതന്ത്രം

■ ഡോ. വിപിൻകുമാർ. വി.പി.
■ ഡോ. എ.കെ.വി.നാസർ



ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ജലസ്രോതസ്സുകൾ ബാഷ്പീകരണം, മഴ, മണ്ണൊലിപ്പ്, തുടങ്ങിയവയുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹത്തിന് വിധേയമാണ്. സമുദ്രത്തെ പ്രകൃതിയുടെ വൻ സംഭരണി എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാം. പാറകൾ പൊടിഞ്ഞുണ്ടാകുന്ന ഉപ്പിന്റെ ഗണ്യമായ അംശം വൻകരകളിലെ ജല പ്രവാഹങ്ങളിലൂടെ സമുദ്രത്തിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. കൂടാതെ അഗ്നിപർവ്വതവിസ്ഫോടനങ്ങളിലൂടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ കലരുന്ന അജൈവസംയുക്തങ്ങളും സമുദ്രത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. സമുദ്രത്തിലെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ലവണങ്ങളും ആകെയുള്ള വെള്ളത്തിൽ കലരുമ്പോൾ സമുദ്രലവണങ്ങളുടെ ഘടനയനുസരിച്ച് ഏറ്റക്കുറച്ചിലുണ്ടെങ്കിലും അത് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

സമുദ്രജലത്തിൽ വിവിധതരത്തിലുള്ള ലവണങ്ങളുടെ ലവണഘടനയിൽ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ ഉണ്ടെങ്കിലും ആകെ ജലവുമായി കലരുമ്പോൾ ഈ വ്യത്യാസങ്ങൾ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. മണ്ണിലുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും വ്യത്യസ്തമായ ഗാഢതകളിൽ സമുദ്രജലത്തിലുമുണ്ട്. ഇവയെ മുഖ്യഘടകങ്ങളെന്നും അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങളെന്നും രണ്ടായി തിരിക്കാം. ഒരു ലിറ്റർ സമുദ്രജലത്തിൽ ഒരു മില്ലിഗ്രാമിലും താഴെ എന്ന തോതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളാണ് അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങൾ. മുഖ്യഘടകങ്ങൾ അതിന്റെ ഉയർന്ന പിണ്ഡം കാരണം കടൽ വെള്ളത്തിന്റെ ഭൗതിക സവിശേഷതകളെയും മനുഷ്യന്റെ അറിവിലുള്ള അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങൾ സമുദ്ര ജീവജാലങ്ങളുടെ നിലനിൽപ്പിനെയും വളർച്ചയെയും സ്വാധീനിക്കുന്നു.

എല്ലാ മൂലകങ്ങളും സമുദ്രജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെങ്കിലും രാസവിശകലനരീതികളിലൂടെ ചിലതിന്റെ സാന്നിധ്യം ഇപ്പോഴും തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടില്ല. എങ്കിലും ഹൈഡ്രജനും, ഓക്സിജനും ഉൾപ്പെടെ പ്രകൃതിയിലെ 92 മൂലകങ്ങളിൽ 62 ഉം തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

ബാഷ്പീകരണം, മഴ, മണ്ണൊലിപ്പ് തുടങ്ങിയവയുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹത്തിനു വിധേയമാണ് ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ജല സ്രോതസ്സുകൾ. അതുകൊണ്ട് സമുദ്രത്തെ പ്രകൃതിയുടെ വൻ സംഭരണി എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാം. വൻകരകളിൽ നിന്നുള്ള കുത്തൊഴുക്കിൽ പാറകൾ പൊടിഞ്ഞുണ്ടാവുന്ന ഉപ്പിന്റെ ഗണ്യമായ അംശം സമുദ്രത്തിൽ ചെന്നുചേരുന്നു. അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളുടെ വിസ്ഫോടനം വഴി അന്തരീക്ഷത്തിൽ കലരുന്ന അജൈവസംയുക്തങ്ങളും മഴയിലൂടെ സമുദ്രത്തിലെത്തിച്ചേരുന്നു. അങ്ങിനെ ഭൂമിയുണ്ടായ കാലം മുതൽക്കെ സമുദ്രം ഉപ്പ്കൊണ്ട് കൂടുതൽ സമ്പുഷ്ടമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന പ്രക്രിയ ഇന്നും അനുസ്യൂതം തുടരുന്നു. സമുദ്രത്തിലെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഉപ്പിന്റെ അഥവാ ലവണാംശത്തിന്റെ വ്യത്യാസം ആകെയുള്ള വെള്ളത്തിൽ കലരുമ്പോൾ ചുരുങ്ങിയ സമയത്തിനുള്ളിൽ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. സമുദ്രലവണങ്ങളുടെ ഘടനയിലുള്ള സ്ഥിരതയെ ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഇതിൽനിന്നും മണ്ണിലുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ ഗാഢതകളിൽ സമുദ്രജലത്തിൽ ഉണ്ട് എന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കാം. സമുദ്രജലത്തിലെ മുഖ്യഘടകങ്ങളെയും അപൂർവ്വമൂലകങ്ങളെയും നമുക്ക് എളുപ്പം തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കും. ഒരു ലിറ്റർ സമുദ്രജലത്തിൽ ഒരു മില്ലിഗ്രാം ലവണം അഥവാ ഒരു കിലോഗ്രാം സമുദ്രജലത്തിൽ ഒരു മില്ലിഗ്രാം ലവണം ഈ രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളെ വേർതിരിച്ചുകാണിക്കുന്ന അതി

രായി പൊതുവെ അംഗീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രജലത്തിലെ മുഖ്യഘടകങ്ങൾ അതിന്റെ ഉയർന്ന പിണ്ഡം കാരണം കടൽവെള്ളത്തിന്റെ ഭൗതിക സവിശേഷതകളെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. എന്നാൽ അപൂർവ്വമൂലകങ്ങൾ സമുദ്രജീവജാലങ്ങളുടെ നിലനിൽപ്പിനെയും വളർച്ചയെയും സ്വാധീനിക്കുന്നു.

മനുഷ്യന്റെ അറിവിലുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും സമുദ്രജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെങ്കിലും അവയിൽ ചിലതിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ഇപ്പോഴും രാസവിശകലനരീതികളിലൂടെ തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടില്ല. എങ്കിലും ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ഉൾപ്പെടെ പ്രകൃതിയിലെ 89 മൂലകങ്ങളിൽ 62 ഉം തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

പ്രധാനഘടകങ്ങൾ

• ഹൈഡ്രജനും, ഓക്സിജനും ഉൾപ്പെടെ സമുദ്രജലത്തിൽ പ്രധാനമായും 13 മൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. മറ്റുള്ള അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങളുടെ അളവ് 1 കി.ഗ്രാം കടൽവെള്ളത്തിൽ 5 മില്ലിഗ്രാമിൽ താഴെ അഥവാ ആകെയുള്ള ലവണാംശത്തിന്റെ 0.2 % ലും താഴെ എന്ന തോതിലാണ്. താരതമ്യേന കൂടിയ തോതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങൾ, ക്ലോറിൻ, സോഡിയം, മഗ്നീഷ്യം, സൾഫർ, കാൽസിയം, പൊട്ടാസ്യം, ബ്രോമിൻ, കാർബൺ, സ്ട്രോൺഷ്യം, ബോറോൺ എന്നിവയാണ്. ആകെ ലയിക്കപ്പെട്ട ഘടകങ്ങളുടെ 55 ശതമാനത്തോളം ക്ലോറൈഡ് അയോണുകളുടെ രൂപത്തിലാണ്. ക്ലോറിൻ മൂലകം സമുദ്രജലത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നു. ക്ലോറിൻ അംശവുമായി മറ്റു പ്രധാനഘടകങ്ങളെയെല്ലാം താരതമ്യപ്പെടുത്തുന്നതിനാൽ സമുദ്രജലത്തിൽ ക്ലോറിൻ ഏറ്റവും പ്രധാന്യമർഹിക്കുന്നു. സോഡിയം, മഗ്നീഷ്യം, എന്നിവയെ അപേക്ഷിച്ച് കാൽസ്യം കുറഞ്ഞ തോതിൽ മാത്രമേ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളുവെങ്കിലും സമുദ്ര അവക്ഷിപ്തങ്ങളിലെ അസ്ഥികൂടങ്ങളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ കാൽസ്യം സുപ്രധാനഘടകമാകയാൽ ഇതും ഗണ്യമായതോതിൽ പഠനവിധേയമായിട്ടുണ്ട്. ചില സമുദ്രജീവികളുടെ അസ്ഥികൂടങ്ങളിൽ സ്ട്രോൺഷ്യം അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്.

അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങൾ

ഒരു ലിറ്റർ സമുദ്രജലത്തിൽ ഒരു മില്ലിഗ്രാമിലും താഴെ എന്ന തോതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളാണ് അപൂർവ്വമൂലകങ്ങൾ. സിലിക്കൺ, ഫ്ളൂറിൻ, നൈട്രജൻ, അലൂമിനിയം, ലിഥിയം, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട അപൂർവ്വമൂലകങ്ങൾ. അതിസൂക്ഷ്മമായ 'ഡയാറ്റ' എന്ന ആൽഗ, ചില സിലിക്ക സ്രവിക്കുന്ന ജീവികൾ തുടങ്ങിയവ ഉല്പാദനത്തിനും, വളർച്ചയ്ക്കും വേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ സിലിക്കോണിനെക്കുറിച്ച് വിശദമായ പഠനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രജലത്തിൽ നൈട്രജൻ വിവിധ സംയുക്തങ്ങളായും പ്രത്യേകം ലയിച്ചുചേർന്ന വാതകമായും കാണപ്പെടുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് അയോണുകളുടെ രൂപത്തിൽ കടൽവെള്ളത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഫോസ്ഫറസ് ജീവജാലങ്ങളുടെ പ്രധാന ഘടകമാണ്. സമുദ്രത്തിൽ ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഏറ്റക്കുറച്ചിൽ ജൈവിക പ്രക്രിയകളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

വാതകങ്ങൾ

ലവണങ്ങൾ കൂടാതെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ വാതകങ്ങളും സമുദ്രത്തിന്റെ രാസഘടനയിൽ സുപ്രധാന പങ്കു വഹിക്കുന്നു. സമുദ്രോപരിതലത്തിലെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ, കാർബൺഡയോക്സൈഡ് എന്നീ വാതകങ്ങൾ പ്രധാനമായും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവ മൂന്നും വ്യത്യസ്തമായ തോതിൽ സമുദ്രജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. ഭൗതികവാതകനിയമങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നൈട്രജൻ കടൽ വെള്ളവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു. സമുദ്രത്തിലെ നൈട്രജൻ ചക്രം വളരെ ലളിതവും വ്യക്തവുമാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഓക്സിജൻ സമുദ്രത്തിൽ കലരുമ്പോൾ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുകയും ശക്തമായ ജൈവരാസപ്രവർത്തനഫലമായി അവക്ഷിപ്തങ്ങളുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. കടലിലെ വാതകങ്ങളുടെ സ്വഭാവം ദ്രാവകവും വാതകങ്ങളും പരസ്പരം സ്പർശിച്ചിരിക്കുന്ന സമുദ്രോപരിതലത്തിലെ വിനിമയ പ്രക്രിയയിൽ കാണാം. അന്തരീക്ഷത്തിലെ വാതകങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുകയോ ബഹിർഗമിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്തുകൊണ്ട് വിവിധ വാതകങ്ങളുടെ പരിപൂർണ്ണ വിനിമയം ഊഷ്മാവ്, ലവണത്വം എന്നിവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നടക്കുന്നു. രാസപരമായും ജൈവപരമായും ഉണർവ്വുള്ള വാതകങ്ങളുടെ (ഓക്സിജനും, കാർബൺഡൈഓക്സൈഡും) ആപേക്ഷിക സാന്നിദ്ധ്യം അന്തരീക്ഷത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ജലത്തിൽ കൂടുതലാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ അനുപാതം 1 : 4 ആണെങ്കിൽ ലായനിയിൽ ഇത് 1 : 2 ആയി വർദ്ധിക്കുന്നു.

ജൈവിക പദാർത്ഥങ്ങൾ

എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും പ്രത്യേകിച്ച് ചത്തൊടുങ്ങിയ ജീവജാലങ്ങൾ സമുദ്രജലത്തിൽ സ്ഥിരമായി, കുറഞ്ഞ തോതിൽ അഴുകിയ ഉല്പന്നങ്ങളെ ബഹിർഗമിപ്പിക്കുന്നു. ബാക്ടീരിയയുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ഇവയിൽ ഭൂരിഭാഗവും വിഘടിച്ച് അജൈവ പദാർത്ഥങ്ങളായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ ചെറിയ ഒരംശം വളരെ നാൾ പൂർണ്ണ വിഘടനത്തെ ചെറുക്കുന്നു. സമുദ്രജലത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്നിരിക്കുന്ന ജൈവവസ്തുക്കളുടെ ഗാഢത പൊതുവെ കുറവാണ്. ഇവയുടെ പ്രാഥമിക ചുമതല ബാക്ടീരിയകൾക്ക് പറ്റിപ്പിടിച്ച് വളരാനുള്ള ന്യൂക്ലിയസ്സ് പ്രദാനം ചെയ്യുക എന്നതാണ്. ജൈവ പദാർത്ഥങ്ങളിൽ കൂടുതലും കാർബോഹൈഡ്രേറ്റ്, കൊഴുപ്പ്, അമിനോ ആസിഡുകൾ തുടങ്ങിയവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

യൂറിയ, സിറിഞ്ചിക് ആസിഡ്, വനിലിക് ആസിഡ് എന്നീ ജൈവ പദാർത്ഥങ്ങളും സമുദ്രജലത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു.

ജൈവ പ്ലവകങ്ങളും ജൈവവസ്തുക്കളും

സമുദ്രജല പ്രവാഹങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ ഒഴുകി നടക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മസസ്യങ്ങളും, ജന്തുക്കളും ആണ് പ്ലവകങ്ങൾ. ലയിച്ചുചേർന്ന വസ്തുക്കളിലുപരിയായി സമുദ്രജലത്തിൽ എപ്പോഴും പല അവസ്ഥകളിലുള്ള സൂക്ഷ്മ പ്ലവകങ്ങൾ മുതൽ ഭീമാകാരങ്ങളായ തിമിംഗലങ്ങൾ വരെയുണ്ട്. സൂക്ഷ്മ പദാർത്ഥങ്ങൾ കടൽവെള്ളത്തിൽ കലങ്ങിമറിഞ്ഞ അവസ്ഥയുണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിനെ 'സെസ്റ്റൺ' എന്നു പറയുന്നു. ഇതിന്റെ സവിശേഷത അലസമായി ഒഴുകി നടക്കുന്ന അവസ്ഥ തന്നെ. ലവണങ്ങളും പ്ലവകങ്ങളും ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ വസ്തുക്കളും മുഖ്യമായി സമുദ്രജലത്തിന്റെ കലങ്ങിമറിഞ്ഞ അവസ്ഥയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ലവണങ്ങൾ, നദികൾ വഴി സമുദ്രത്തിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു.

ചിലപ്പോൾ കാറ്റിന്റെ സഹായത്താൽ ആഴക്കടലിലേയ്ക്കും എത്തിച്ചേരാം. ചത്തൊടുങ്ങിയ ജീവജാലങ്ങൾ അഴുകിയുണ്ടാവുന്ന അവക്ഷിപ്തമാണ് 'ഡെട്രിറ്റസ്' എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. പ്ലവകങ്ങളുടെ വ്യാസം 1 മൈക്രോമീറ്റർ മുതൽ 1 മില്ലിമീറ്റർ വരെയാകാം. കലങ്ങിമറിഞ്ഞ സമുദ്രജലം തീരപ്രദേശങ്ങളിൽ, പ്രത്യേകിച്ച് നദീമുഖങ്ങളിൽ വളരെ വ്യക്തമായി കാണപ്പെടുന്നു. ഈ അവസ്ഥയെ തീരത്തുനിന്നും ദൂരം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

സംഗ്രഹം

സമുദ്രജലത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്ന ഖരപദാർത്ഥങ്ങളുടെ അളവ് തിട്ടപ്പെടുത്താൻ സാധിച്ചാൽ ഭൗമോപരിതലത്തിലുടനീളം 45 മീറ്റർ ഉയരത്തിലോ ഇപ്പോഴത്തെ ആകെ കര വിസ്തീർണ്ണത്തിൽ 153 മീറ്റർ ഉയരത്തിലോ ഉണങ്ങിയ ലവണങ്ങൾ കൊണ്ടുള്ള ആവരണമുണ്ടാക്കാൻ സാധിക്കും. അപൂർവ്വമൂലകങ്ങളുടെ പോലും ഗണ്യമായ സാന്നിദ്ധ്യമുണ്ടെങ്കിലും അവയെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാവുന്ന സാമ്പത്തികച്ചെലവ് കുറഞ്ഞ എളുപ്പമായ രീതികൾ രൂപപ്പെട്ടിരുന്നുവെങ്കിൽ സമുദ്രം ഇത്തരം പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഉറവ വറ്റാത്ത ഉറവിടമാകുമായിരുന്നു.